

BUNDESREPUBLIK DEUTSCHLAND

BEST AVAILABLE COPY

**PRIORITY
DOCUMENT**SUBMITTED OR TRANSMITTED IN
COMPLIANCE WITH RULE 17.1(a) OR (b)

REC'D 02 DEC 2004

WIPO

PCT

**Prioritätsbescheinigung über die Einreichung
einer Patentanmeldung****Aktenzeichen:**

103 51 129.6

Anmeldetag:

03. November 2003

Anmelder/Inhaber:

OVD Kinegram AG, Zug/CH

Bezeichnung:

Diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild

IPC:

B.44 F, G 02 B

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.München, den 17. November 2004
Deutsches Patent- und Markenamt
Der Präsident
Im Auftrag

Stanschus

Diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild

Die Erfindung bezieht sich auf ein diffraktives Sicherheitselement mit einem Halbtonbild gemäss dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

5 Solche Sicherheitselemente werden für die Beglaubigung von Dokumenten, Banknoten, Ausweisen, wertvollen Gegenständen aller Art usw. verwendet, da sie, obwohl leicht überprüfbar, schwierig nachzuahmen sind. Das Sicherheitselement wird meist auf den zu beglaubigenden Gegenstand aufgeklebt.

Aus der EP-A 0 105 099 ist bekannt, aus diffraktiven Bildelementen ein graphisch gestaltetes Sicherheitsmuster mosaikartig zusammenzusetzen. Das Sicherheitsmuster verändert sein Aussehen, wenn der Betrachter das Sicherheitsmuster kippt und/oder das Sicherheitsmuster in seiner Ebene dreht.

15 Die EP-A 0 330 738 beschreibt Sicherheitsmuster, die diffraktive Flächenteile, die kleiner als 0,3 mm sind, einzeln oder in einer Reihe in der Struktur des Sicherheitsmuster angeordnet sind. Insbesondere bilden die Flächenteile Schriftzüge mit einer Höhe von weniger als 0,3 mm Höhe. Die Form der Flächenteile bzw. der Lettern ist nur mittels einer guten Lupe erkennbar.

Es ist auch aus der EP-A 0 375 833 bekannt, in einem Sicherheitselement eine Vielzahl von aus Pixeln zusammengesetzten, diffraktiven Sicherheitsmustern unterzubringen, wobei von blossen Auge jedes der Sicherheitsmuster unter einer vorbestimmten Orientierung in der normalen Lesedistanz sichtbar ist. Jedes Sicherheitsmuster ist in Pixel des durch das Sicherheitselement vorgegebenen Rasterfelds eingeteilt. Das Rasterfeld des Sicherheitselements ist, der Anzahl der Sicherheitsmuster entsprechend, in diffraktiver Feldanteile unterteilt. In jedem Rasterfeld belegen die dem Rasterfeld zugehörigen Pixel der Sicherheitsmuster
25 ihren vorbestimmten Feldanteil.

Aus DE-OS 1 957 475 und CH 653 782 ist eine weitere Familie von beugungsoptisch wirksamen, mikroskopisch feinen Reliefstrukturen unter dem Namen Kinoform bekannt. Die Reliefstruktur des Kinoforms lenkt Licht in einen vorbestimmten Raumwinkel ab. Nur bei einer Beleuchtung der Kinoform mit im wesentlichen kohärenten Licht kann die im
30 Kinoform gespeicherte Information auf einem Bildschirm sichtbar gemacht werden. Das

Kinoform streut weisses Licht bzw. Tageslicht in den von der Kinoform vorbestimmten Raumwinkel, aber ausserhalb des Raumwinkels erscheint die Kinoformfläche dunkelgrau.

Die diffraktiven Sicherheitsmuster sind in einem Schichtverbund aus Kunststoffen eingeschlossen, welcher für das Anbringen an einen Gegenstand eingerichtet ist. In der US-PS 4'856'857 sind verschiedene Ausführungen des Schichtverbunds beschrieben und die geeigneten Materialien aufgelistet.

Andererseits ist aus US-PS 6'198'545 bekannt, drucktechnisch hergestellte Halbtonbilder aus Pixeln mit Bildelementen bzw. Zeichen zu bilden, wobei der Schwarzanteil im sonst weissen Pixelhintergrund so gewählt ist, dass der Betrachter in der Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m das Halbtonbild erblickt und erst bei genaueren Betrachtung, in nächster Distanz oder mit der Lupe, die Bildelemente bzw. Zeichen erkennen kann. Diese Bildsynthesetechnik ist unter der Bezeichnung "artistic screening" bekannt. Gute Kopien von Halbtonbildern ohne artistic screening sind infolge der laufend verbesserten Auflösung in der Kopiertechnik leicht herzustellen.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein diffraktives Sicherheitselement zu schaffen, das ein Halbtonbild zeigt und schwierig nachzuahmen oder zu kopieren ist.

Die genannte Aufgabe wird erfindungsgemäss durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

Die Idee der Erfindung ist ein diffraktives Sicherheitselement herzustellen, das wenigstens zwei verschiedene erkennbare Muster aufweist, wobei das eine Muster ein in einer Betrachtungsdistanz von 30 cm bis 1 m visuell erkennbares Halbtonbild ist, das sich aus einer Vielzahl von Bildelementmustern zusammensetzt. Die Bildelementmuster sind auf einem Hintergrund angeordnet und bedecken lokal, z.B. in einem Pixel, einen von der lokalen Flächenhelligkeit im Halbtonbild vorbestimmten Anteil des Hintergrunds. Sowohl die Hintergrundflächen als auch die Flächen der Bildelementmuster sind optisch wirksame Elemente, wie Hologramme, Beugungsgitter, Mattstrukturen, spiegelnden Flächen usw., wobei sich die optisch

wirksamen Elemente für die Flächen der Bildelementmuster und für den Hintergrund im Beugungs- bzw. Reflexionsverhalten unterscheiden. Die Bildelementmuster im Halbtonbild sind nur bei einer Betrachtung in einer Lesedistanz kleiner als 30 cm mit oder ohne Hilfsmittel, z.B. Vergrößerungsglas, erkennbar. In einer anderen

5 Ausführung des Sicherheitselements ziehen sich über die Fläche des Halbtonbilds als weitere Muster bis zu 25 μm breite Musterstreifen hin. Die geraden und/oder gekrümmten Musterstreifen bilden ein Hintergrundmuster, wie z.B. Guillochen, Piktogramme usw. In den Flächen der Musterstreifen sind Linienelemente auf dem Hintergrund angeordnet. Der Flächenanteil der Linienelemente pro Längeneinheit des Musterstreifens ist durch die lokale Flächenhelligkeit im Bildelementmuster bestimmt, durch die sich der Musterstreifen erstreckt. Die Flächen der

15 Linienelemente unterscheiden sich durch ihre optisch wirksame Elemente von den Flächen des Hintergrunds und/oder der Bildelementmuster. Die Bildelementmuster und Linienmuster sind aus Zeichen, Linien, Gewebe- und Friesmustern, Lettern usw. zusammengesetzt. Das Sicherheitselement ist mit den in den eingangs erwähnten diffraktiven Sicherheitsmustern der EP-A 0 105 099 und EP-A 0 330 738 kombinierbar.

Ausführungsbeispiele der Erfindung sind in der Zeichnung dargestellt und werden im folgenden näher beschrieben.

Es zeigen:

- Figur 1 ein Sicherheitselement mit einem vergrößerten Ausschnitt,
- Figur 2 Lettern als Hellfelder in Bildelementen,
- Figur 3 einen Querschnitt durch das Sicherheitselement,
- Figur 4 eine Mattstruktur,
- 25 Figur 5 den vergrößerten Ausschnitt bei einem Drehwinkel δ ,
- Figur 6 den vergrößerten Ausschnitt beim Drehwinkel δ_1 ,
- Figur 7 den vergrößerten Ausschnitt beim Drehwinkel δ_2 ,
- Figur 8 Kleinbilder im Sicherheitselement,
- Figur 9 Detailaufbau im Bildelement und
- 30 Figur 10 Helligkeitssteuerung mit Musterstreifen.

In der Figur 1 bedeuten 1 ein diffraktives Sicherheitselement, 2 ein Halbtonbild aus Musterelementen, 3 einen stark vergrösserten Ausschnitt aus dem Sicherheitselement 1, 4 Bildelemente, 5 Dunkelfelder und 6 Hellfelder. Die Musterelemente des Halbtonbilds 2 setzen sich mosaikartig aus Flächenteilen zusammen, die auf das Sicherheitselement 1 einfallendes Licht vorbestimmt modifizieren. Die Flächenteile können zur Verstärkung der Licht modifizierenden Wirkung mit einer Reflexionsschicht ausgerüstet sein.

In der Darstellung der Figur 1 ist zur einfacheren Beschreibung die Fläche des Sicherheitselements 1 auf ein Koordinatensystem mit den Koordinatenachsen x und y ausgerichtet. Weiter sind aus darstellerischen Gründen die Flächen der Dunkel- und Hellfelder gerastert oder ungerastert in Weiss gehalten, wobei "Dunkelfeld 5" und "Hellfeld 6" reine Bezeichnungen sind, die anders als bei drucktechnisch hergestellten Halbtonbilder keine Hinweise auf ihre Flächenhelligkeit zulassen.

Wie im vergrösserten Ausschnitt 3 der Figur 1 gezeigt ist, ist in einer Ausführung die Fläche des Sicherheitselements 1 in eine Vielzahl der Bildelemente 4 mit wenigstens einer Abmessung kleiner als 1 mm eingeteilt, z.B. weisen die Bildelemente 4 die Form eines Quadrats, eines Rechtecks, eines Polygons auf oder sind eine konforme Abbildung einer dieser Flächen. Grenzen zwischen den Bildelementen 4 sind nur aus darstellerischen Gründen in den Zeichnungen eingetragen und sind in Wirklichkeit nicht vorhanden. Die Fläche jedes Bildelements 4 ist wenigstens in das Dunkelfeld 5 und das Hellfeld 6 eingeteilt. Die Flächenhelligkeit des Halbtonbilds 2 am Ort P , der dem Bildelement 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$ entspricht, bestimmt, vorzugsweise unter Berücksichtigung der Flächenhelligkeit der Orte im Halbtonbild 2, die den benachbarten Bildelementen 4 entsprechen, und/oder des Gradienten der Flächenhelligkeit am Ort P , den Flächenanteil des Hellfelds 6 in der Fläche des Bildelements 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$. Beispielsweise ist der Flächenanteil des Hellfelds 6 im Bildelement 4 mit den Koordinaten $(x_P; y_P)$ um so grösser, je grösser die Flächenhelligkeit am Ort P des Halbtonbilds 2 ist.

Der Flächenanteil der Hellfelder 6 im Bildelement 4 liegt im Bereich 0 % bis 100 %, falls die Form des Hellfelds 6 ähnlich zur Form des Bildelements 4 ist. Mit

dem Begriff "ähnliche Form" sind Formen gemeint, die in den entsprechenden Winkeln gleich sind, aber unterschiedliche Abmessungen aufweisen. Weicht die Randform des Hellfelds 6, die z.B. die Form eines Sterns aufweist, von der Form des Bildelements 4 ab, ist der Bereich der Flächenanteile der Hellfelder 6 am oberen

5 Ende eingeschränkt. Die Darstellung des Halbtonbilds 2 basiert auf einer Skala mit vorbestimmten Stufen der Flächenanteile des Hellfelds 6 im Bildelement 4, wobei die Flächenhelligkeiten einer Bildvorlage mit Hilfe dieser Skala ins Halbtonbild 2 umgesetzt wird. Die Einschränkungen am oberen bzw. am unteren Ende der Skala sind durch entsprechende Veränderungen und/oder Verzerrungen des Bildelements 4 und/oder des Bildelementmusters zu minimieren.

Beispielsweise weist das Halbtonbild 2 auf einer Grundfläche 7 ein gefaltetes Band 8 und einen Pfeil 9 auf, der in der Mitte des Bands 8 angeordnet ist. Die Fläche des Halbtonbilds 2 ist in die Bildelemente 4 eingeteilt. Entsprechend den Musterelementen, z.B. Grundfläche 7, Band 8, Pfeil 9 usw., sind die

15 Flächenhelligkeiten der Bildvorlage den Bildelementen 4 zugeordnet. In der Darstellung der Figur 1 unterscheiden sich die Grundfläche 7, der Pfeil 9 und die in verschiedenen Rastern gehaltenen, sichtbaren Flächen des Bands 8 wie in der Bildvorlage durch ihre Flächenhelligkeiten. Ein Beobachter erkennt auf dem Sicherheitselement 1 wenigstens das Halbtonbild 2 der Bildvorlage in verschiedenen

20 Flächenhelligkeitsabstufungen. Wegen den relativ grossen Bildelementen 4 ist das Sicherheitselement 1 aus einer minimalen Betrachtungsdistanz von etwa 0.3 m oder mehr zu betrachten, um das Halbtonbild 2 gut zu erkennen. Jedes Hellfeld 6 weist die Form eines vorbestimmten Bildelementmusters vor dem Hintergrund des Dunkelfelds 5 auf. Aus einer Lesedistanz von weniger als 30 cm sind die

25 vorbestimmten Bildelementmuster der Hellfelder 6 für einen Beobachter noch von blossen Auge oder mit einer einfachen Lupe zu erkennen. Beispielsweise ist in der Zeichnung der Figur 1 das Bildelementmuster des Hellfelds 6 ein Stern. In anderen Ausführungen des Sicherheitselements 1 unterscheiden sich die benachbarten Bildelementmuster. Aus der Lesedistanz stört das grobe Raster der

30 Bildelementmuster das Erkennen des Halbtonbilds 2.

In einer Ausführung des Halbtonbildes 2 sind die Hellfelder 6 in allen Bildelementen 4 ähnlich. Im gezeigten Beispiel der Figur 1 sind im Ausschnitt 3 die sternförmigen Hellfelder 6 in den Bildelementen 4 in Partien mit niedriger Flächenhelligkeit, hier für die Grundfläche 7, klein dargestellt. Der Flächenanteile der Hellfelder 6 sind in den Bildelementen 4 entsprechend grösser, wenn z.B. die Partien des Bands 8 mit den sich von der Grundfläche 7 unterscheidenden, abgestuften höheren Flächenhelligkeiten darzustellen sind. Sowohl die Flächen der Dunkelfelder 5 und der Hellfelder 6 weisen beispielsweise allgemeine, diffraktive Oberflächenstrukturen mit einer Reflexionsschicht auf. Die Dunkelfelder 5 unterscheiden sich von den Hellfeldern 6 in wenigstens einem Strukturparameter der Oberflächenstruktur, wie z.B. Azimut, Spatialfrequenz, Profilform, Profiltiefe, Furchenkrümmung usw. oder darin, dass die Flächen der Dunkelfelder 5 oder der Hellfelder 6 transparent, z.B. infolge einem lokalen Entfernen der Reflexionsschicht, oder mittels einer Farbschicht (z.B. weiss oder schwarz) bedeckt sind. Ganz allgemein unterscheiden sich die Flächen der Dunkelfelder 5 von den Flächen der Hellfelder 6 durch ihre das einfallende Licht modifizierende Wirkung. In einer Ausführung des Halbtonbilds 2 weisen die Oberflächenstrukturen in den Flächen der Dunkelfelder 5 und/oder der Hellfelder 6 zusätzlich von den Koordinaten (x; y) abhängige Strukturparameter auf.

Neben diesem einfachen Beispiel des Halbtonbilds 2 sind insbesondere Darstellungen (z.B. Portraits) von bekannten Persönlichkeiten für die Halbtonbilder 2 geeignet, wobei mit Vorteil die Bildelementmuster der Hellfelder 6 einen Bezug zur dargestellten Persönlichkeit aufweisen, z.B. Lettern eines fortlaufenden von der Persönlichkeit verfassten Textes und/oder komponierten Melodie in Notenschrift.

In der Figur 2 enthalten die Bildelemente 4 je ein Hellfeld 6 in Gestalt einer einzelnen Letter auf dem Hintergrund des Dunkelfelds 5. Die Bildelemente 4 sind derart aneinander gereiht, dass die Lettern in den Hellfeldern 6 die dem Text entsprechende Reihenfolge aufweisen. Die durch das Halbtonbild 2 vorbestimmten Flächenanteile der Lettern im Feld des Bildelements 4 werden durch Verändern der Dicke und/oder der Schriftgrösse der Lettern erreicht. Die Dicke ändert sich kontinuierlich oder in Stufen innerhalb einer Letter, wenn dies eine bessere

Auflösung des Halbtonbilds 2 ergibt. In der Zeichnung der Figur 2 ist dies bei den Lettern S und E, U gezeigt. Die Abmessungen der Bildelemente 4 mit Lettern werden entsprechend klein gehalten, damit die Lettern aus der Nähe, d.h. in der normalen Lesedistanz, betrachtet gelesen werden können, jedoch nicht mehr aus der oben
 5 genannten Betrachtungsdistanz. In einer anderen Ausführung sind die Bildelemente 4 mikroskopisch klein, wobei die Lettern bzw. die Notenschrift nur durch ein Mikroskop hindurch erkennbar sind. Ein nur bei einer wenigstens 20-fachen Vergrößerung erkennbarer Text wird nachstehend "Nanotext" genannt. Die Darstellung in der Figur 2 ist eine Vereinfachung und zeigt nicht die den Lettern angepasste Abmessung der Bildelemente 4, beispielsweise bei Lettern einer Proportionalschrift.

Die Figur 3 zeigt einen typischen Querschnitt durch das Sicherheitselement 1. Das Sicherheitselement 1 ist ein das Halbtonbild 2 (Fig. 1) enthaltender Abschnitt eines Schichtverbunds 10. Der Schichtverbund 10 umfasst wenigstens eine
 15 Prägeschicht 11 und eine Schutzlackschicht 12. Beide Schichten 11 und 12 bestehen aus Kunststoff und schliessen zwischen sich eine Reflexionsschicht 13 ein. In einer anderen Ausführung überzieht zudem eine kratzfeste, zähe und transparente Schutzschicht 14 aus Polycarbonat, Polyethylenterephthalat usw. vollflächig die von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite der Prägeschicht 11.
 20 Wenigstens die Prägeschicht 11 und die allfällig vorhandene Schutzschicht 14 sind für einfallendes Licht 15 zumindest teilweise transparent. Die Schutzlackschicht 12 selber oder eine auf der von der Reflexionsschicht 13 abgewandten Seite der Schutzlackschicht 12 angeordnete, optionale Klebeschicht 16 ist zum Verbinden des Sicherheitselements 1 mit einem Substrat 17 ausgebildet. Das Substrat 17 ist ein mit
 25 dem Sicherheitselement 1 zu beglaubigender, wertvoller Gegenstand, ein Dokument, eine Banknote usw. Weitere Ausführungen des Schichtverbunds 10 sind z.B. in der eingangs erwähnten US 4'856'857 beschrieben. In diesem Dokument sind die für den Aufbau des Schichtverbunds 10 und die für die Reflexionsschicht 13 geeigneten Materialien zusammengestellt. Die Reflexionsschicht 13 ist als dünne Schicht eines
 30 Metalls aus der Gruppe Aluminium, Silber, Gold, Chrom, Kupfer, Nickel, Tellur usw. ausgeführt oder ist durch eine dünne Schicht aus einem anorganischen Dielektrikum, wie z.B. MgF_2 , ZnS , $ZnSe$, TiO_2 , SiO_2 usw., gebildet. Die Reflexionsschicht 13 kann

auch mehrere Lagen verschiedener anorganischer Dielektrika oder eine Kombination von metallischen und dielektrischen Schichten umfassen. Die Schichtdicke der Reflexionsschicht 13 und die Wahl des Materials der Reflexionsschicht 13 richten sich danach, ob das Sicherheitselement 1 rein reflektierend, wie oben erwähnt nur in

5 Flächenteilen transparent, d.h. teiltransparent, oder transparent mit einem vorbestimmten Grad von Transparenz ist. Insbesondere eignen sich Reflexionsschichten 13 aus Tellur zur Individualisierung des einzelnen Sicherheitselements 1, da die reflektierende Tellurschicht bei Einwirkung eines feinen Laserstrahl durch die Kunststoffschichten des Schichtverbunds 10 hindurch am Ort der Bestrahlung transparent wird, ohne dass der Schichtverbunds 10 beschädigt wird. Die so

eingebraachten, transparenten Stellen bilden z.B. einen individuellen Kode. In gleicher Weise ist die Reflexionsschicht 13 in den Flächen der Dunkelfelder 5 bzw. der Hellfelder 6 entfernt, falls ein individuelles Halbtonbild 2 herzustellen ist.

Die Reflexionsschicht 13 im Bereich des Halbtonbilds 2 weist mikroskopisch

15 feine, das einfallende Licht 15 beugende Oberflächenstrukturen auf. Die Flächen der Dunkelfelder 5 sind mit einer ersten Struktur 18 belegt und in die Flächen der Hellfelder 6 ist eine zweite Struktur 19 abgeformt. Für diese Strukturen 18, 19 sind die diffraktiven Oberflächenstrukturen verwendet, die aus einer aus Beugungsgittern, Hologrammen, Mattstrukturen, Kinoforms, Mottenaugenstrukturen und spiegelnden

20 Flächen gebildeten Gruppe ausgewählt sind. Die zu der Oberfläche des Schichtverbunds 10 parallele ebene Spiegelfläche gehört als singuläre Reliefstruktur in diese Gruppe, wobei der ebenen Spiegelfläche die Strukturparameter Spatialfrequenz $f = \infty$ bzw. 0 und die Strukturtiefe $T = 0$ zugeordnet sind. Die Kinoforms sind in den eingangs erwähnten Dokumenten DE-OS 1 957 475 und

25 CH 653 782 beschrieben.

Beispielsweise erstreckt sich eine der oben genannten Oberflächenstrukturen über die ganze Fläche des Halbtonbilds.2. Die Flächen der Hellfelder 6 sind mit der vorbestimmten Farbe abgedeckt. Der Farbauftrag 45 erfolgt auf den Flächen der Hellfelder 6 mittels Tintenstrahldrucktechnik oder Tiefdruck, z.B. auf die freie

30 Oberfläche des Schichtverbunds 10. Bereits diese einfachste Ausführung des Sicherheitselements 1 weist den Vorteil auf, das sich eine mit einem Kopierapparat

erzeugte Kopie des Sicherheitselements 1 deutlich vom Original unterscheidet. In einer anderen Ausführung befindet sich der Farbauftrag 45 in den Flächen der Dunkelfelder 5 bzw. der Hellfelder 6 direkt zwischen der Prägeschicht 11 und der Reflexionsschicht 13. In Gegensatz zur Zeichnung der Figur 3 erstreckt sich der Farbauftrag 45 über die ganze Fläche des Dunkelfelds 5 bzw. des Hellfelds 6. Ebenso weisen durch das oben genannte Entfernen der Reflexionsschicht 13 entstandene Fenster 46 die ganze Fläche des Dunkelfelds 5 bzw. des Hellfelds 6 auf.

Beispielhaft besitzt die Reflexionsschicht 13 in den Dunkelfeldern 5 als erste Struktur 18 eine spiegelnde Fläche, die entweder als ebene Spiegelfläche oder als wie ein farbiger Spiegel wirkendes Beugungsgitter ausgebildet ist. Die farbige reflektierenden Beugungsgitter weisen die Form eines linearen Gitters oder Kreuzgitters und Spatialfrequenzen f von mehr als 2300 Linien/mm auf. Bei einer Beleuchtung mit Tageslicht bzw. mit polychromatischem Kunstlicht trifft das einfallende Licht 15 unter einem Einfallswinkel α auf den Schichtverbund 10, wobei der Einfallswinkel α zwischen der Richtung des einfallenden Lichts 15 und einer Normalen 20 zur Oberfläche des Schichtverbunds 10 gemessen ist. An der ersten Struktur 18 reflektiertes Licht 21 verlässt den Schichtverbund 10 unter einem zur Normalen 20 gemessenen Ausfallwinkel β , der nach dem Reflexionsgesetz gleich dem Einfallswinkel α ist. Nur wenn der Beobachter direkt in das reflektierte Licht 21 schaut, ergeben die Dunkelfelder 5 zusammen einen grellen Eindruck, wobei die ebenen Spiegel das Tageslicht unverändert reflektieren, während die Beugungsgitter mit einer Spatialfrequenz f von mehr als 2300 Linien/mm eine für sie typische Mischfarbe reflektieren. In den anderen Richtungen des Halbraums über dem Schichtverbund 10 sind die Dunkelfelder 5 praktisch schwarz.

Für die erste Struktur 18 eignet sich daher insbesondere auch ein das einfallende Licht 15 absorbierendes Relief, das unter dem Begriff "Mottenaugenstruktur" bekannt ist und dessen regelmässig angeordnete, stiftförmige Reliefstrukturelemente rund 200 nm bis 500 nm hoch über einer Grundfläche des Reliefs vorstehen. Die Reliefstrukturelemente sind 400 nm oder weniger voneinander

beabstandet. Solche Mottenaugenstrukturen reflektieren weniger als 2 % des aus irgendeiner Richtung einfallenden Lichts 15 und sind für den Beobachter schwarz.

In den Hellfeldern 6 ist die zweite Struktur 19 abgeformt, die das einfallende Licht 15 im wesentlichen ausserhalb der Richtung des reflektierten Lichts 21 ablenkt.

- 5 Die mikroskopisch feinen Reliefs der linearen Beugungsgitter mit einer Spatalfrequenz f aus dem Bereich von 100 Linien/mm bis 2300 Linien/mm erfüllen diese Bedingung. Für achromatische Beugungsgitter ist die Spatalfrequenz f aus dem Bereich der Werte von $f = 100$ Linien/mm bis $f = 250$ Linien/mm gewählt. Das einfallende Licht 15 in Farben zerlegende Beugungsgitter weist bevorzugte Werte der Spatalfrequenz f aus dem Bereich zwischen $f = 500$ Linien/mm und $f = 2000$ Linien/mm auf. Die Orientierung des Gittervektors k (Fig. 1) ist bezüglich der Koordinatenachse x (Fig. 1) durch den Azimut θ (Fig. 1) festgelegt. Ein Sonderfall der linearen Beugungsgitter bilden diejenigen, deren Furchen mäandern, jedoch derart, dass die mäandernenden Furchen im Mittel einer Geraden folgen. Diese
- 15 Beugungsgitter weisen einen grösseren Bereich im Azimut auf, bei denen sie für den Beobachter sichtbar sind.

An der zweiten Struktur 19 wird das einfallende Licht 15 gebeugt und als Lichtwellen 22, 23 in die minus erste Beugungsordnung und als Lichtwellen 24, 25 in die plus erste Beugungsordnung entsprechend seiner Wellenlänge aus der Richtung des reflektierten Lichts 21 abgelenkt, wobei die blauviolettten Lichtwellen 23, 24 um den minimalen Beugungswinkel $\pm \varepsilon$ aus der Richtung des reflektierten Lichts 21 weggebeugt sind. Die Lichtwellen 22, 25 mit grösseren Wellenlängen werden um entsprechend grössere Beugungswinkel abgelenkt.

- 25 Das einfallende Licht 15 und die Normale 20 bestimmen eine Beobachtungsebene, die in der Darstellung der Figur 3 mit der Zeichnungsebene zusammenfällt und zur Koordinatenachse y parallel ist. Die Blickrichtung des Beobachters liegt in der Beobachtungsebene und das Auge des Beobachters empfängt das reflektierte Licht 21 der spiegelnden Dunkelfelder 5, wenn die Blickrichtung und die Normale 20 den Ausfallwinkel β einschliessen.

- 30 Die Beugungsgitter wirken optimal, wenn ihr Gittervektor k parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist, die in diesem Fall mit Beugungsebene zu

bezeichnen ist. In diesem Fall liegen die gebeugten Lichtstrahlen 22 bis 24 in der Beobachtungsebene und erzeugen, entsprechend der Blickrichtung, einen vorbestimmten Farbeindruck im Auge des Beobachters. Falls der Gittervektor k nicht in der Beobachtungsebene liegt, d.h. nicht innerhalb eines Betrachtungswinkels von etwa $\pm 10^\circ$ zur Beobachtungsebene, nimmt der Beobachter die Fläche des Beugungsgitters bzw. des Hellfelds 6 wegen des wenigen, an der zweiten Struktur 19 gestreuten Lichts als dunkelgraue Fläche wahr. Bei geschickter Wahl der Strukturparameter in Relation zum Inhalt des Halbtonbilds 2 sind daher auch eines der Beugungsgitter als erste Strukturen 18 der Dunkelfelder 5 verwendbar. Andererseits bewirkt eine Überlagerung des Beugungsgitters mit einer der nachstehend beschriebenen Mattstrukturen eine Vergrößerung des Betrachtungswinkels des Hellfelds 6.

In der Zeichnung der Figur 3 ist das Profil der zweiten Struktur 19 beispielhaft mit einem symmetrischen Sägezahnprofil eines periodischen Gitters dargestellt. Für die Strukturen 18, 19 eignen sich insbesondere auch eines der anderen bekannten Profile, wie z.B. asymmetrische Sägezahnprofile, rechteckförmige Profile, sinusförmige und sinusähnliche Profile usw., die ein periodisches Gitter mit geraden, mäandernden oder anderweitig gekrümmten oder kreisförmigen Furchen bilden. Da das Material der Prägeschicht 11 mit einem Brechungsindex n von rund 1,5 die Strukturen 18, 19 verfüllt, beträgt die optische wirksame Strukturtiefe T das n -fache der abgeformten geometrischen Strukturtiefe. Die optisch wirksame Strukturtiefe T der für die Strukturen 18, 19 eingesetzten, periodischen Gitter liegt im Bereich von 80 nm bis 10 μm , wobei aus technischen Gründen die Reliefstruktur mit einer grossen Strukturtiefe T einen niederen Wert der Spatialfrequenz f aufweist.

Muss die zweite Struktur 19 der Hellfelder 6 das einfallende Licht 15 in einen grossen Bereich des Halbraums über dem Schichtverbund 10 ablenken, eignen sich mit Vorteil eine Mattstruktur, z.B. eine Kinoform, eine isotrope oder eine anisotrope Mattstruktur usw. Die Hellfelder 6 sind aus allen Blickrichtungen innerhalb des durch die Mattstruktur bestimmten Raumwinkels als helle Fläche sichtbar. Die Reliefstrukturelemente dieser mikroskopisch feinen Reliefs sind nicht wie im Beugungsgitter regelmässig angeordnet. Die Beschreibung der Mattstruktur erfolgt

mit statistischen Kenngrössen, wie z.B. Mittenrauhwert R_a , Korrelationslänge l_c usw. Die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente der für das Sicherheitselement 1 geeigneten Mattstrukturen weisen Werte für den Mittenrauhwert R_a auf, die im Bereich 20 nm bis 2'500 nm liegen. Vorzugswerte sind zwischen 50 nm und 1'000 nm. Wenigstens in einer Richtung besitzt die Korrelationslänge l_c Werte im Bereich von 200 nm bis 50'000 nm, vorzugsweise zwischen 1'000 nm bis 10'000 nm. Die Mattstruktur ist isotrop, wenn mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente keine azimutale Vorzugsrichtung aufweisen, weshalb das gestreute Licht mit einer Intensität, die grösser als ein z.B. durch die visuelle Erkennbarkeit vorbestimmter Grenzwert ist, in einem durch das Streuvermögen der Mattstruktur vorbestimmten Raumwinkel in allen azimutalen Richtungen gleichmässig verteilt ist. Der Raumwinkel ist ein Kegel, dessen Spitze auf dem durch das einfallende Licht 15 beleuchteten Teil des Schichtverbunds 10 steht und dessen Achse mit der Richtung des reflektierten Lichts 21 zusammenfällt. Stark streuende Mattstrukturen verteilen das gestreute Licht in einen grösseren Raumwinkel als eine schwach streuende 15 Mattstruktur. Weisen hingegen die mikroskopisch feinen Reliefstrukturelemente im Azimut eine bevorzugte Richtung auf, liegt eine anisotrope Mattstruktur vor, die das einfallende Licht 15 anisotrop streut, wobei der durch das Streuvermögen der anisotropen Mattstruktur vorbestimmte Raumwinkel als Querschnitt eine 20 Ellipsenform besitzt, deren grosse Hauptachse senkrecht zur bevorzugten Richtung der Reliefstrukturelemente ausgerichtet ist. Im Gegensatz zu den nicht achromatischen Beugungsgittern streuen die Mattstrukturen das einfallende Licht 15 achromatisch, d.h. unabhängig von dessen Wellenlänge, so dass die Farbe des gestreuten Lichts im wesentlichen derjenigen des auf die Mattstrukturen einfallenden 25 Lichts 15 entspricht. Für den Beobachter weist die Fläche der Mattstruktur bei Tageslicht eine grosse Flächenhelligkeit auf und ist, wie ein Blatt weisses Papier, praktisch unabhängig von der azimutalen Ausrichtung der Mattstruktur sichtbar.

Die Figur 4 zeigt einen beispielhaften Querschnitt durch eine der Mattstrukturen, die als zweite Struktur 19 zwischen der Prägeschicht 11 und der 30 Schutzlackschicht 12 eingeschlossen ist. Der Strukturtiefe T (Fig. 3) der Beugungsgitter entsprechend weist das Profil der Mattstruktur den Mittenrauhwert R_a auf, jedoch treten zwischen den mikroskopisch feinen Reliefstrukturelementen der

Mattstruktur grösste Höhenunterschiede H bis zu etwa dem 10-fachen des Mittenrauhwerts R_a auf. Die für das Abformen wichtigen Höhenunterschiede H der Mattstruktur entsprechen somit der Strukturtiefe T bei den periodischen Beugungsgittern. Die Werte der Höhenunterschiede H der Mattstrukturen liegen im
 5 oben genannten Bereich der Strukturtiefe T .

Eine spezielle Ausführung der Mattstruktur ist mit einem "schwachen Beugungsgitter" überlagert. Das schwache Beugungsgitter weist einen Wert der Strukturtiefe T zwischen 60 nm und 70 nm und eine Spatialfrequenz im Bereich von $f = 800$ Linien/mm bis 1000 nm Linien/mm auf.

Für die Hellfelder 6 sind auch zirkuläre Beugungsgitter mit einer Periode von 0.5 μm bis 3 μm und mit spiralförmigen oder kreisförmigen Furchen einsetzbar. Die den Betrachtungswinkel vergrößernden diffraktiven Strukturen werden im Folgenden unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" zusammengefasst. Unter dem Begriff "diffraktiver Streuer" ist somit eine Struktur aus Gruppe der isotropen und
 15 anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 0.5 μm bis 3 μm und der mit einem schwachen Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen zu verstehen

Zurück zur Figur 3: In einer ersten Ausführung ist das Halbtonbild 2 (Fig. 1) statisch, d.h. in einem weiten Bereich der räumlichen Orientierung unter einer üblichen Beobachtungsbedingung in der genannten Betrachtungsdistanz und bei Beleuchtung mit weissem einfallenden Licht 15 verändert sich das Halbtonbild 2 nicht. Erst bei einer genaueren Inspektion bemerkt der Beobachter, dass das Halbtonbild in die Bildelemente 4 (Fig. 1) eingeteilt ist und die Hellfelder 6 vorbestimmte Formen aufweisen. Die erste Struktur 18 im Dunkelfeld 5 reflektiert
 25 oder absorbiert das einfallende Licht 15. Die zweite Struktur 19 der Hellfelder 6 ist eine der diffraktiven Streuer. Die zweite Struktur 19 streut oder beugt das einfallende Licht 15 derart, dass das Hellfeld 6 in einem grossen, vom diffraktiven Streuer vorbestimmen Raumwinkel sichtbar ist. Bei einer Beleuchtung des Sicherheitselement 1 mit weissem Licht 15 erblickt der Beobachter das in der
 30 genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 in einer Graustufung, da der Beobachter die Bildelemente 4 mit einem grossen Flächenanteil des

Hellfelds 6 in einer grossen Flächenhelligkeit und die Bildelemente 4 mit einem kleineren Flächenanteil des Hellfelds 6 in einer geringeren Flächenhelligkeit wahrnimmt. Die Sichtbarkeit des Halbtonbilds 2 verhält sich weitgehend wie ein auf Papier in Schwarzweiss gedrucktes Halbtonbild. Jedoch ist das Halbtonbild 2
 5 schlecht oder nicht erkennbar oder es kann auch eine Kontrastumkehr des Halbtonbildes auftreten, wenn die Blickrichtung ausserhalb des Raumwinkels des gestreuten oder gebeugten Lichts ist. Falls die ersten Strukturen 18 eine spiegelnde Eigenschaft aufweisen, schlägt der Kontrast auch um, wenn das Sicherheitselement 1 genau so orientiert ist, dass das Halbtonbild 2 genau entgegen der Richtung des reflektierten Lichts 21 betrachtet wird. Die vor dem Kippen des Sicherheitselements 1 hellen Bildelemente 4 sind nun dunkler als die vorher dunklen Bildelemente 4, die jetzt im reflektierten Licht 21 viel heller sind, und umgekehrt. Das Kippen des Sicherheitselements 1 erfolgt um eine Achse senkrecht zur Beobachtungsebene und parallel zur Ebene des Sicherheitselements 1.

15 Bevorzugt werden für die Darstellung des Halbtonbilds 2 die in der Tabelle 1 zusammengestellten Kombinationen der ersten und zweiten Strukturen 18, 19.

In einer zweiten Ausführung sind die Strukturen 18, 19 derart gewählt, dass der Kontrast im Halbtonbild 2 umschlägt, wenn das Sicherheitselement 1 um eine Achse parallel zur Normalen 20 um einen Drehwinkel in seiner Ebene gedreht oder gekippt wird. Der Kontrastumschlag ist daher leichter zu beobachten im Vergleich zur ersten Ausführung des Sicherheitselements 1. Die erste Struktur 18 in den Dunkelfeldern 5 ist z.B. ein lineares Beugungsgitter, dessen Gittervektor k den Azimut $\theta = 0^\circ$ (Fig. 1), d.h. in Richtung der Koordinatenachse x , besitzt. Die Hellfelder 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer belegt. Der Beobachter dreht das Sicherheitselement 1 um die
 20 Normale 20 und erblickt das in der Betrachtungsdistanz von 50 cm oder mehr angeordnete Halbtonbild 2 in der Grauabstufung, ausser wenn der Gittervektor k der ersten Struktur 18 praktisch parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet ist und die Blickrichtung des Beobachters in Richtung einer der Lichtstrahlen 21 bis 25 gerichtet ist. Beim Kippen des so ausgerichteten Sicherheitselements 1 um eine zur
 25 Koordinatenachse x parallele Achse ändert das Halbtonbild 2 in Kontrastumkehr seine Farbe entsprechend dem in das Auge des Beobachters abgelenkten

gebeugten Lichtstrahls 22 bis 25. In den Winkelbereichen, die nicht von den gebeugten Lichtstrahlen 22 bis 25 einer Beugungsordnung eingenommen werden, ist das Halbtonbild 2 wiederum in der Grauabstufung erkennbar.

In einer dritten Ausführung des Sicherheitselements 1 weisen beide Felder, die Dunkelfelder 5 und die Hellfelder 6, die Strukturen 18, 19 der das einfallende Licht 15 in Farben zerlegenden Beugungsgitter auf, die sich nur im Azimut θ der Gittervektoren k (Fig. 1) unterscheiden. Beispielsweise ist der Gittervektor k für die Beugungsgitter der Hellfelder 6 parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet, also mit dem Azimut $\theta = 90^\circ$ bzw. 270° . Der Gittervektor k für die Beugungsgitter der Dunkelfelder 5 unterscheidet sich im Azimut von den Gittervektoren k in den Hellfeldern 6 und weist z.B. den Azimut $\theta = 0^\circ$ bzw. 180° auf. Der Beobachter mit der Blickrichtung parallel zur Beugungsebene, die die Koordinatenachse y und den Gittervektor k der ersten Strukturen 18 enthält, erblickt in der oben genannten Betrachtungsdistanz das Halbtonbild 2 in einer der Beugungsfarben im Kontrast der Bildvorlage, d.h. er sieht die leuchtenden Flächen der Hellfelder 6 mit den zweiten Strukturen 19 heller als das Streulicht der Dunkelfelder 5. Während der Drehung des Schichtverbunds 10 in seiner Ebene, verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2, um beim Drehwinkel von 90° bzw. 270° sich wieder auszubilden, da die Gittervektoren k der ersten Struktur 18 in den Dunkelfelder 5 parallel zur Beobachtungsebene ausgerichtet sind und daher die Dunkelfelder 5 jetzt aufleuchten. Das Halbtonbild 2 ist für den Beobachter im invertierten Kontrast und in der gleichen Farbe sichtbar. Unterscheiden sich zudem die Spatialfrequenzen f der ersten und zweiten Struktur 18, 19, z.B. um 15 bis 25 %, wechselt beim Drehen nicht nur der Kontrast sondern auch die Farbe im Halbtonbild 2. Bei Blickwinkeln ausserhalb der gebeugten Lichtstrahlen 22, 23 und 24, 25 der Beugungsordnungen ist das Halbtonbild 2 nicht erkennbar.

Sind die Spatialfrequenzen f der ersten und/oder der zweiten Strukturen 18, 19 ortsabhängig gewählt, zeigt das Halbtonbild 2 ein farbiges Bild, das bei einem vorbestimmten Kippwinkel beispielsweise den Farben der Bildvorlage entspricht.

In einer modifizierten zweiten und dritten Ausführung weisen die ersten Strukturen 18 der Dunkelfelder 5 (oder die zweiten Strukturen 19 der Hellfelder 6)

unterschiedliche Richtungen der Gittervektoren k auf, weisen also Azimute im Bereich von $0^\circ \leq \theta \leq 80^\circ$ auf, so dass während der Drehung des Schichtverbunds 10 im dunklen kontrastlosen Bild des Sicherheitselements 1 die Flächen derjenigen Strukturen 18 bzw. 19 farbig aufleuchten, deren Gittervektor k gerade parallel zur Beobachtungsebene liegen.

Beispielsweise sind in einer anderen Ausführung der Figur 1 in den Hellfeldern 6 die Azimute der Gittervektoren k der zweiten Strukturen 19 (Fig. 3) in jeder Reihe der Bildelemente 4 parallel gerichtet, unterscheiden sich aber von den Azimuten der Gittervektoren k der Hellfelder 6 in den beiden benachbarten Reihen der Bildelemente 4. Die Gittervektoren k der Dunkelfelder 5 sind alle parallel zur Koordinatenachse y , wenn das Halbtonbild auf die Koordinatenachsen x, y ausgerichtet ist. Der Beobachter erblickt das Halbtonbild 2 im richtigen Kontrast, da die Dunkelfelder 5 hell und die Hellfelder 6 dunkel sind. Das Sicherheitselement 1 verändert sein Aussehen beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3), wenn der Schichtverbund 10 (Fig. 3) mit der Koordinatenachse y unter den gleichen Beleuchtungs- und Beobachtungsbedingungen wie in der Figur 1 betrachtet wird.

Die Figur 5 zeigt den Ausschnitt 3 aus der Figur 1 nach einer Drehung um den Drehwinkel δ . In der genannten Betrachtungsdistanz erscheint das Halbtonbild 2 (Fig. 1) als dunkle, kontrastlose Fläche, auf der hell leuchtende Streifen angeordnet sind, die von A-Reihen 26 der Bildelemente 4 (Fig. 1) mit den Dunkelfeldern 5 gebildet werden, deren Gittervektoren k (Fig. 1) beim Drehwinkel δ parallel zur Spur 27 der Beobachtungsebene auf der Ebene des Schichtverbunds 10 ausgerichtet sind.

Die Figur 6 zeigt, dass beim Drehwinkel δ_1 hingegen die Dunkelfelder 5 von B-Reihen 28 aufleuchten, sobald die Gittervektoren k (Fig. 1) der Dunkelfelder 5 in den B-Reihen 28 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind. Die Dunkelfelder 5 der A-Reihen 26 bilden nun einen Teil der kontrastlosen dunklen Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), da die Gittervektoren k der A-Reihen 26 aus der Beobachtungsebene herausgedreht sind. Aus dem gleichen Grund sind in der Figur 7 beim Drehwinkel δ_2 die Dunkelfelder 5 von C-Reihen 29 hell und die der andern Reihen 26, 28 dunkel. Mit anderen Worten, sind die Reihen 26, 28, 29 in der Reihenfolge ABC ..., ABC ...

usw. zyklisch repetierend auf dem Sicherheitselement 1 (Fig. 1) angeordnet, wandern beim Drehen helle, von der Spatialfrequenz f der in den Dunkelfeldern 5 eingesetzten ersten Strukturen 18 (Fig. 3) abhängige, farbige Streifen über die Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1), bis beim Drehwinkel $\delta = 180^\circ$ bzw. 0° das Halbtonbild 2 ohne farbige Streifen wieder sichtbar wird, da die Koordinatenachse y und die Gittervektoren k (Fig. 1) der zweiten Strukturen 19 (Fig. 3) in den Dunkelfeldern 5 parallel zur Spur 27 ausgerichtet sind. Ist die zweite Struktur 19 einer der diffraktiven Streuer ist das Halbtonbild 2 im wesentlichen unabhängig vom Drehwinkel δ sichtbar, wobei über das Halbtonbild 2 die farbigen Streifen wandern. In der Lesedistanz betrachtet, sind die Reihen 26, 28, 29 der Bildelemente 4 aufgelöst und die Bildelementmuster der Hellfelder 6 (Fig. 1) erkennbar.

In der Figur 8 weist das Halbtonmuster 2 eine flaggenartige Einteilung auf, bei der auf der Grundfläche 7 ein durch Grenzlinien 30 begrenztes Band 8 angeordnet ist. Die im vergrößerten Ausschnitt 3 sichtbaren Bildelemente 4 weisen einen grösseren Flächenanteil der Hellfelder 6 für das Band 8 als für die Grundfläche 7 auf. Die Flächen der Hellfelder 6 sind mit einem der diffraktiven Streuer und die Flächen der Dunkelfelder 5 mit einer der Beugungsstrukturen belegt. Die Dunkelfelder 5, deren erste Strukturen 18 (Fig. 4) die gleiche Spatialfrequenz f und die zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren k (Fig. 1), d.h. den gleichen Azimut $\theta \neq 90^\circ$ bzw. 270° (Fig. 1), aufweisen, sind nicht in einfachen geraden Streifen 26 (Fig. 7), 28 (Fig. 7), 29 (Fig. 7) der Bildelemente 4 angeordnet, sondern derart, dass die Bildelemente 4 mit diesen Dunkelfeldern 5 wenigstens eines unter einem vorbestimmten Betrachtungswinkel sichtbares Kleinbild 31 bilden. In der Zeichnung der Figur 8 beispielsweise stellen die Kleinbilder 31 bis 35 Kreisringsegmente dar. Die Kleinbilder 31 bis 35 sind durch die für die ersten Strukturen 18 der Dunkelfelder 5 verwendeten Werte der Spatialfrequenz f und des Azimuts θ (Fig. 1) der Gittervektoren k (Fig. 1) ausgezeichnet. Die Dunkelfelder 5, die nicht für die Kleinbilder 31 bis 35 genutzt werden, weisen z.B. eine spiegelnde Fläche oder eine Mottenaugenstruktur auf. In der genannten Betrachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2 in Grautönen unabhängig vom Drehwinkel δ (Fig. 5). Auf der Fläche des Sicherheitselements 1 (Fig. 1) erkennt der Beobachter

diejenigen Kleinbilder 31, 32, 33, 34, 35, deren Gittervektoren beim Drehen des Sicherheitselements 1 zufällig in der Beobachtungsebene liegen, wobei die Farbe der sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 durch die Spatialfrequenz f und durch den Kippwinkel des Sicherheitselements 1 bestimmt ist. Beispielsweise leuchten beim

5 Drehen des Sicherheitselements 1 um die Normale 20 (Fig. 3) in einer vorbestimmten Reihenfolge eines oder mehrere der Kleinbilder 31 bis 35 auf und erzeugen einen kinematischen Eindruck, d.h. beim Drehen um die Normale 20 (Fig. 3) wandern die Orte der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35 über die Fläche des Sicherheitselements 1. Beim Kippen um die Koordinatenachse x verändern sich die

10 Farbe der gerade sichtbaren Kleinbilder 31 bis 35. In einer Ausführung sind eine Vielzahl dieser Kleinbilder 31 bis 35 so angeordnet, dass einige, hier mit der Bezugszahl 31 und 32 versehen, von ihnen bei einer durch den Drehwinkel δ und den Kippwinkel bestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 ein vorbestimmtes Zeichen bilden, d.h. die Kleinbilder 31 bis 35 dienen mit Vorteil zur

15 Festlegung einer vorbestimmten Orientierung des Sicherheitselements 1 im Raum.

Die Kleinbilder 31 bis 35 sind nicht nur auf einfache Zeichen beschränkt, sondern sind in einer Ausführung auf Pixel aufgebaute Bilder, wie z.B. ein stark verkleinertes Abbild des Halbtonbilds 2 oder eine graphische Darstellung aus Linien- und/oder Flächenelementen.

20 In einer weiteren Ausführung des Halbtonbilds 2 weisen die Dunkelfelder 5, z.B. des Kleinbilds 31, das spiegelnde Kreuzgitter mit der Spatialfrequenz $f \geq 2300$ Linien/mm als erste Struktur 18 auf. Das Kleinbild 31 ist für den Beobachter nur sichtbar, wenn er direkt in das reflektierte Licht 21 (Fig. 3) blickt und das Kleinbild 31 in der für diese hochfrequenten Beugungsgitter charakteristischen Mischfarbe

25 erkennt oder, wenn er in Anbetracht der grossen Beugungswinkeln ϵ (Fig. 3) das Kleinbild 31 unter dem entsprechenden Kippwinkel betrachtet und das Kleinbild 31 in heller, blaugrüner Farbe auf dem dunklen Feld des Sicherheitselements 1 erblickt.

In einer anderen Ausführung weisen die Dunkelfelder 5 mit einem das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegendes Beugungsgitter mit dem Azimut

30 $\theta = 0^\circ$ auf. In die Hellfelder 6 ist ein diffraktiver Streuer abgeformt. Das Halbtonbild 2 ist bei den Drehwinkel $\delta = 90^\circ$ und 270° in Helligkeitsstufen einer Farbe mit

invertiertem Kontrast und ausserhalb dieser Drehwinkel in Graustufen im Kontrast der Bildvorlage sichtbar.

5 In einer weiteren Ausführung weisen die Dunkelfelder 5 als erste Struktur 18 das asymmetrische Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta = 0^\circ$ auf, dessen Furchen parallel zur Koordinatenachse y ausgerichtet sind. Die Hellfelder 6 sind mit demselben asymmetrischen Beugungsgitter belegt, jedoch ist der Gittervektor k der zweiten Struktur 19 (Fig. 3) entgegengesetzt zum Gittervektor k der ersten Struktur 18 ausgerichtet, d.h. der Wert des Azimut $\theta = 180^\circ$. Das Halbtonbild 2 ist nur bei den Drehwinkel $\delta = 0^\circ$ und 180° in einer von der Spatialfrequenz f und der Beobachtungsbedingung abhängigen Farbe bzw. bei achromatischen asymmetrischen Beugungsgitter in der Farbe des einfallenden Lichts 15 (Fig. 3) sichtbar, wobei sich nach einer Drehung von 180° der Kontrast des Halbtonbilds 2 jeweils umkehrt. Ausserhalb dieser beiden Drehwinkel verschwindet der Kontrast im Halbtonbild 2.

15 In der Tabelle 2 sind die Kombinationen von diffraktiven Strukturen für die Dunkelfelder 5 und die Hellfelder 6 aufgeführt, bei denen eine Kontrastumkehr oder Kontrastverlust mit Farbeffekten bei vorbestimmten Drehwinkelwerten δ auftritt.

Die Figur 9 zeigt eine weitere Ausführung der Bildelemente 4. Das Hellfeld 6 ist bandförmig und weist den Umriss des Bildelementmusters, hier in Gestalt eines Sterns, auf. Das Dunkelfeld 5 spaltet sich in wenigstens zwei Flächenteile auf, wenn das bandförmige Hellfeld 6 in sich geschlossen ist. Die Breite des Hellfelds 6 bestimmt den Flächenanteil des Hellfelds 6 im Bildelement 4. Damit das Halbtonbild 2 (Fig. 8) durch eine zu regelmässige Anordnung der Bildelemente 4 bzw. der Dunkelfelder 5 keine ungewollte Modulation der Helligkeit aufweist, unterscheiden sich die Bildelementmuster der benachbarten Bildelemente 4 z.B. durch ihre Orientierung in Bezug auf das Koordinatensystem x, y . In der Beobachtungsdistanz erblickt der Beobachter das Halbtonbild 2, das sich erst in der Lesedistanz in die in den Bildelementen 4 angeordneten Bildelementmuster auflöst.

30 In einer weiteren Ausführung des Sicherheitselements 1 sind, wie im vergrösserten Ausschnitt 3 der Figur 9 gezeigt, in der Fläche des Halbtonbilds 2

Musterstreifen 36 angeordnet, die sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds 2 hinziehen. Die Musterstreifen 36 weisen eine Breite B im Bereich 15 μm bis 300 μm auf. Der Einfachheit halber sind in der Figur 9 die Musterstreifen 36 parallel zueinander gezeichnet und enthalten ein aus einem Flächenstreifen 40 (Fig. 10) bestehendes Linienmuster, z.B. ein griechisches Fries, wie dies im Ausschnitt 3 ersichtlich ist. In einer anderen Ausführung ist das Linienmuster in den Musterstreifen 36 als Nanotext ausgebildet, dessen Lettern eine Letternhöhe, die die Breite B der Musterstreifen 36 unterschreitet. Andere Ausführungen des Linienmusters umfassen einfache gerade oder mäandernde Linien, Folgen von Piktogrammen usw. Auch eine Anordnung von einfachen, geraden oder gebogenen Linienelementen bilden das Linienmuster alleine oder in Kombination mit dem Fries und/oder dem Nanotext und/oder der Piktogramme. Die Flächen der Linienmuster sind mit einer diffraktiven Musterstruktur 37 belegt und weisen eine Linienbreite von 5 μm bis 50 μm auf. Das Linienmuster bedeckt innerhalb der Fläche des Musterstreifens 36 die Dunkelfelder 5 und/oder die Hellfelder 6 nur teilweise, damit das durch die ersten und zweiten Strukturen 18 (Fig. 3), 19 (Fig. 3) erzeugte Halbtonbild 2 (Fig. 1) nicht merklich gestört ist. Die Musterstruktur 37 unterscheidet sich sowohl von den ersten als auch von den zweiten Strukturen 18, 19 in wenigstens einem Strukturparameter. Vorzugsweise eignen sich für die Musterstrukturen 37 die das einfallende Licht 15 (Fig. 3) in Farben zerlegenden Beugungsgitter mit den Spatialfrequenzen f von 800 Linien/mm bis 2000 Linien/mm. Falls die ersten und/oder die zweiten Strukturen 18, 19 nicht mit einem diffraktiven Streuer belegt sind, ist der diffraktive Streuer auch für die Musterstruktur 37 geeignet. In einer Ausführung der Musterstreifen 36 sind wenigstens die Strukturparameter Spatialfrequenz f und/oder die azimuthale Ausrichtung des Gittervektors der Musterstrukturen 37 ortsabhängig gewählt, d.h. die genannten Strukturparameter sind Funktionen der Koordinaten (x, y) .

Die Figur 10 zeigt das Detail des Bildelements 4 mit den Musterstreifen 36, die sich über die Dunkelfelder 5 und die Hellfelder 6 erstrecken. Beispielsweise weist das Hellfeld 6 der Einfachheit halber die dargestellte U-Form mit den mit einem Verbindungsstück verbundenen Schenkeln 38, 39 auf. Mit Hilfe des Flächenanteils

des Linienmusters im Musterstreifen 36 wird die Flächenhelligkeit innerhalb des Hellfelds 6 gesteuert. Die Flächenhelligkeit ändert sich innerhalb des Hellfelds 6, wie in der Zeichnung der Figur 10 gezeigt ist, mittels einer Verbreiterung von Flächenstreifen 40 des Linienmusters im Musterstreifen 36. Die Flächenhelligkeit des Hellfelds 6 im linken Schenkel 38 ist im Vergleich zu derjenigen des Verbindungsstücks durch eine Verbreiterung der Flächenstreifen 40 reduziert. Für eine Erhöhung der Helligkeit des Hellfelds 6 gegenüber derjenigen des Verbindungsstücks, z.B. im rechten Schenkel 39, ist die Breite der Flächenstreifen 40 reduziert. Da das Beugungsgitter, um effektiv zu sein, in den Flächenstreifen 40 wenigstens 3 bis 5 Furchen umfassen muss, darf die Linienbreite der Flächenstreifen 40 einen von der Spatialfrequenz f und der Richtung des Gittervektors k (Fig. 1) abhängigen minimalen Wert nicht unterschreiten. Eine weitere Erhöhung der Helligkeit des Hellfelds 6 bedingt eine Auflösung der Flächenstreifen 40 in kleine Flecken 41, so dass die grössere Fläche zur erhöhten Helligkeit des Hellfelds 6 beiträgt. Gleiches gilt für die Modulation der Dunkelfelder 5, beispielsweise in einem Linienbereich 42.

In der Ausführung der Bildelemente 4 gemäss der Figur 9 ist beispielsweise die Breite der Flächenstreifen in den Dunkelfeldern 5 auf der ganzen Fläche des Halbtonbilds 2 gleich, während die Flächenhelligkeit der Hellfelder 6 entsprechend der Bildvorlage für das Halbtonbild 2 mittels der Musterstreifen 36 gesteuert ist. Da die kleinen Abmessungen der Flächenstreifen 40 (Fig. 10) und der Flecken 41 (Fig. 10) vom Auge des Beobachters nicht ohne Hilfsmittel, z.B. Lupe, Mikroskop usw., aufgelöst werden, ist die Flächenhelligkeit des Hellfelds 6 proportional zur verbliebenen Fläche mit der zweiten Struktur 19 (Fig. 3).

Enthalten die Musterstreifen 36 die Lettern eines Nanotextes, ist die Steuerung der Flächenhelligkeit, wie anhand der Figur 2 beschrieben, beispielsweise durch Vergrössern und Verkleinern der Dichte der Lettern oder durch Vergrössern des Letternabstands zu erreichen.

Unabhängig von der Ausführung in der Figur 10 erkennt das Auge des Beobachters selbst in einer normalen Lesedistanz von weniger als 30 cm und bei geeigneter Beobachtungsbedingungen die Musterstreifen 36 als einfache, helle

- Linien, da das Muster in den Musterstreifen 36 erst mit Hilfe der Lupe bzw. des Mikroskops aufzulösen ist. Beim Kippen und/oder beim Drehen verändern die Musterstreifen 36 für den Beobachter ihre Farbe und/oder leuchten auf oder verlöschen wieder. Bei geeigneter Wahl der Strukturparameter für die
- 5 Musterstrukturen 37 (Fig. 9) weist das mit Tageslicht beleuchtete und in der genannten Betrachtungsdistanz angeordnete Halbtonbild 2 (Fig. 1) beim Kippen oder Drehen von einer Vielzahl der Musterstreifen 36 erzeugte farbige Bänder 43 (Fig. 1) in den Farben des Regenbogens auf, welche sich farblich verändern und/oder sich über die Fläche des Sicherheitselements 1 zu bewegen scheinen.

Das Halbtonbild 2 ist in einer Ausführung Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild 2 unabhängigen Beugungsgittern belegten Flächenelemente 44, die eine optische Wirkung gemäss der eingangs erwähnten EP-A 0 105 099 entfalten. Insbesondere sind in einer Ausführung die Musterstreifen 36 Teile des Mosaiks aus den Flächenelementen 44, die sich über das Halbtonbild 2 erstrecken.

- 15 In der Tabelle 3 sind bevorzugte Kombinationen der Strukturen 18(Fig. 3), 19 (Fig. 3), 37 für die Dunkelfelder 5, die Hellfelder 6 und die Musterstreifen 36 zusammengestellt.

Die Merkmale der verschiedenen, hier beschriebenen Ausführungen können miteinander kombiniert werden. Insbesondere sind in der Beschreibung die Bezeichnungen "Dunkelfelder 5" und "Hellfelder 6" bzw. "erste Struktur 18" und "zweite Struktur 19" vertauschbar.

Tabellen:

Tabelle 1:

	Erste Struktur 18 für das Dunkelfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Hellfeld 6
1.1	Ebener Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenzen $f > 2300$ Linien/mm oder Mottenaugenstruktur	Diffraktiver Streuer
1.2	Mottenaugenstruktur	Isotrope Mattstruktur
1.3	Mottenaugenstruktur	asymmetrisch achromatisches Beugungsgitter
1.4	Überlagerte Beugungsgitter	Anisotrope Mattstruktur

Tabelle 2

	Erste Struktur 18 für das Dunkelfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Hellfeld 6
2.1	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$	Diffraktiver Streuer
2.2	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares Beugungsgitter mit $\theta = 0^\circ$ und der zweiten Spatialfrequenz f_2
2.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ_1° und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ_2° und der zweiten Spatialfrequenz f_2
2.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1^\circ = 90^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut $\theta_1^\circ = 0^\circ$ und der ersten Spatialfrequenz f_1 oder anisotrope Mattstruktur
2.5	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_1^\circ = 180^\circ$	Asymmetrisches Beugungsgitter mit dem Azimut $\theta_2^\circ = 0^\circ$

5

Tabelle 3

	Erste Struktur 18 für das Dunkelfeld 5	Zweite Struktur 19 für das Hellfeld 6	Musterstruktur 37 für den Musterstreifen 36
3.1	Spiegel oder Kreuzgitter mit Spatialfrequenz f von mehr als 2300 Linien/mm	Diffraktiver Streuer	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut θ
3.2	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängigen Funktionen für Azimut und Spatialfrequenz f_1	Lineares Beugungsgitter mit Azimut $\theta = 0^\circ$ und Spatialfrequenz f_2	Diffraktiver Streuer
3.3	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit ortsabhängigem Azimut und der ersten Spatialfrequenz f_1	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter mit Azimut θ° und der zweiten Spatialfrequenz f_2	Diffraktiver Streuer
3.4	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1^\circ = 0^\circ$	Lineares oder mäanderndes Beugungsgitter oder anisotrope Mattstruktur mit Azimut $\theta_1^\circ \neq 0^\circ$	Lineares Beugungsgitter mit ortsabhängiger Spatialfrequenz

PATENTANSPRÜCHE

1. Diffraktives Sicherheitselement (1) mit einem Halbtonbild (2) aus mit
diffraktiven Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen
eingeschlossen in einem Schichtverbund (10), der wenigstens eine
transparente Prägeschicht (11), eine Schutzlackschicht (12) und eine
zwischen der Prägeschicht (11) und der Schutzlackschicht (12)
eingebetteten Reflexionsschicht (13) mit den Oberflächenstrukturen
umfasst, wobei die Fläche des Halbtonbilds (2) in Bildelemente (4) mit
wenigstens einer Abmessung kleiner als 1 mm eingeteilt ist,
dadurch gekennzeichnet,
dass die Fläche jedes Bildelements (4) wenigstens in ein Dunkelfeld (5)
und in ein Hellfeld (6) aufgeteilt ist, dass der Anteil der Fläche des
Hellfelds (6) an der Fläche des Bildelements (4) wenigstens durch die
Flächenhelligkeit des Halbtonbilds (2) am Ort des Bildelements (4)
bestimmt ist, dass die Fläche des Dunkelfelds (5) eine erste diffraktive
Struktur (18) aufweist und dass sich die Fläche des Dunkelfelds (5) von
der Fläche des Hellfelds (6) in der Licht modifizierenden Wirkung
unterscheidet.
2. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1, dadurch
gekennzeichnet, dass das Hellfeld (6) im Bildelement (4) eine von
blossem Auge oder mit Hilfe einer Lupe erkennbares Bildelementmuster
bildet.
3. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 1 oder 2, dadurch
gekennzeichnet, dass die Flächen der Hellfelder (6) die Form von
Lettern aufweisen, wobei der Anteil der Fläche des Hellfelds (6) im
Bildelement (4) durch die Dicke und/oder durch die Schrifthöhe der
Letter bestimmt ist.

4. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächen der Hellfelder (6) durch einen Farbauftrag (45) abgedeckt sind.
- 5 5. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass wenigstens die Flächen der Hellfelder (6) transparent sind.
6. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die Flächen der Hellfelder (6) eine zweite diffraktive Struktur (19) aufweisen, die eine der diffraktiven Streuer aus der Gruppe der isotropen und anisotropen Mattstrukturen, der Kinoforms, der Beugungsgitter mit kreisförmigen Furchen im Furchenabstand von 1 bis 3 μm und der mit einem schwachen Beugungsgitter überlagerten Mattstrukturen ist.
- 15 7. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten diffraktiven Strukturen (18) der Dunkelfelder (5) einer aus ebenen Spiegeln, Kreuzgittern mit Spatialfrequenzen grösser als 2300 Linien/mm und Mottenaugenstrukturen umfassenden Gruppe zugehören.
8. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten diffraktiven Strukturen (18) der Dunkelfelder (5) ein lineares Beugungsgitter mit der Spatialfrequenz aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm und mit zueinander parallel ausgerichteten Gittervektoren (k) aufweisen.
- 25 9. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten diffraktiven Strukturen (18) der Dunkelfelder (5) und die zweite diffraktive Struktur (19) der Hellfelder (6) lineare oder mäandernde Beugungsgitter, deren Spatialfrequenz aus dem Bereich 150 Linien/mm bis 2000 Linien/mm gewählt sind, und dass sich die lineare oder mäandernde Beugungsgitter der Dunkelfelder (5)

und der Hellfelder (6) wenigstens in der Spatialfrequenz und/oder im Azimut (θ) der Gittervektoren (k) unterscheiden.

- 5 10. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, dass die ersten diffraktiven Strukturen (18) und die zweite diffraktive Struktur (19) asymmetrische Beugungsgitter sind, wobei die Gittervektoren (k) der asymmetrischen Beugungsgitter der ersten diffraktiven Strukturen (18) entgegengesetzt zum Gittervektor (k) der zweiten diffraktiven Struktur (19) ausgerichtet sind.
11. Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 10, dadurch gekennzeichnet, dass die erste diffraktive Struktur (18) einer Gruppe der Dunkelfelder (5) sich von den ersten diffraktiven Strukturen (18) von anderen Gruppen der Dunkelfelder (5) wenigstens in der Spatialfrequenz und/oder im Azimut (θ) der Gittervektoren (k) unterscheidet.
- 15 12. Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 5 bis 11, dadurch gekennzeichnet, dass Musterstreifen (36) mit einer Breite (B) von 15 μm bis 300 μm sich wenigstens über einen Teil der Fläche des Halbtonbilds (2) hinziehen, dass die Musterstreifen (36) ein Linienmuster enthalten, das aus Lettern, Linienelementen, Piktogrammen usw. von Flächenstreifen (40) mit einer Linienbreite im Bereich von 5 μm bis 50 μm gebildet ist, und dass sich Musterstrukturen (37) in den Flächenstreifen (40) des Linienmusters von den ersten und zweiten Strukturen (18; 19) in wenigstens einem Strukturparameter unterscheiden.
- 25 13. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Musterstrukturen (37) lineare Beugungsgitter sind, die eine Spatialfrequenz (f) aus dem Bereich 800 Linien/mm bis 2000 Linien/mm aufweisen.

- 5
14. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach Anspruch 12, dadurch gekennzeichnet, dass die Spatialfrequenz (f) der linearen Beugungsgitter in den Musterstrukturen (37) ortabhängig sind.
 15. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass das Halbtonbild (2) Teil eines Mosaiks aus mit vom Halbtonbild (2) unabhängigen Oberflächenstrukturen belegten Flächenteilen (44) ist.
 16. Diffraktives Sicherheitselement (1) nach einem der Ansprüche 1 bis 15, dadurch gekennzeichnet, dass der Schichtverbund (10) zum Aufkleben auf ein Substrat (17) eingerichtet ist.

ZUSAMMENFASSUNG

5 Ein diffraktives Sicherheitselement (1) weist ein Halbtonbild (2) aus diffraktiven Strukturen in einer Reflexionsschicht auf, die in einem Schichtverbund zwischen einer transparenten Prägeschicht und einer Schutzlackschicht eingebettet sind. Das Halbtonbild (2) ist in Bildelemente (4) mit wenigstens einer Abmessung kleiner als 1 mm eingeteilt, wobei die Fläche jedes Bildelements (4) in ein Dunkelfeld (5) und in ein Hellfeld (6) aufgeteilt ist. Der Anteil des Hellfelds (6) an der Fläche des Bildelements (4) bestimmt die Flächenhelligkeit des Halbtonbilds (2) am Ort (P) des Bildelements (4). Das Dunkelfeld (5) weist eine erste diffraktive Struktur auf, von der sich das Hellfeld (6) durch seine Licht modifizierende Wirkung unterscheidet. Über die Fläche des Halbtonbilds (2) können sich zusätzlich Musterstreifen von einer Breite bis zu 0,3 mm erstrecken. Die Musterstreifen nehmen einen geringen Flächenanteil 15 der Dunkelfelder (5) und/oder der Hellfelder (6) ein und erzeugen farbige Bänder (43) auf dem Halbtonbild (2).

(Fig. 1)

Zusammenfassungs-Zeichnung

Fig. 1

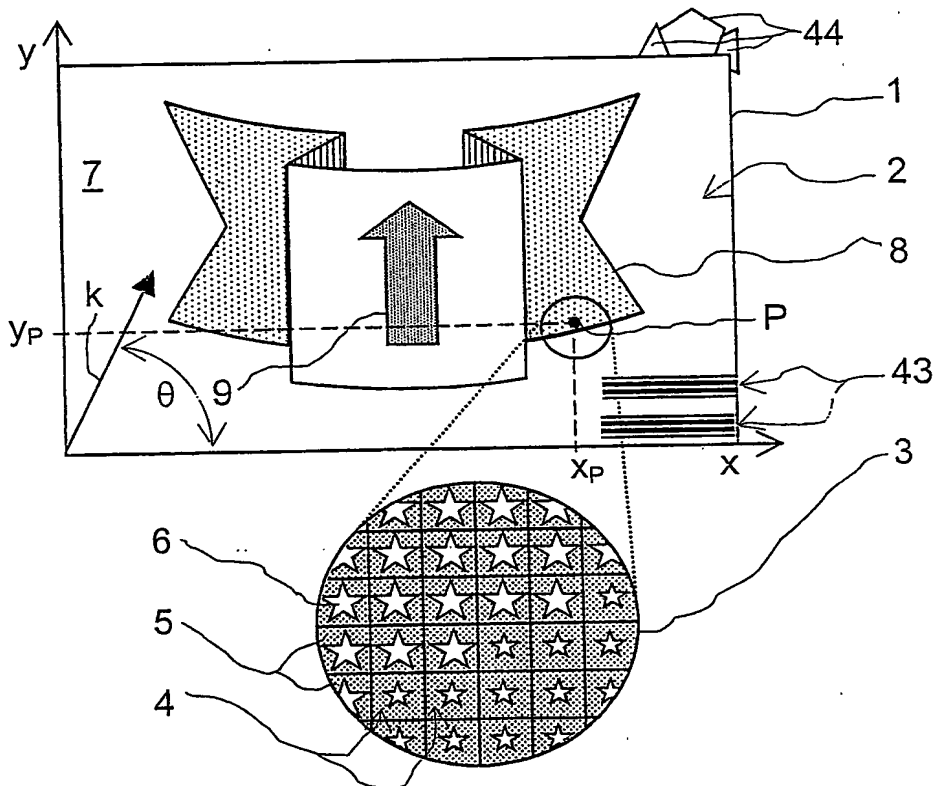


Fig. 1

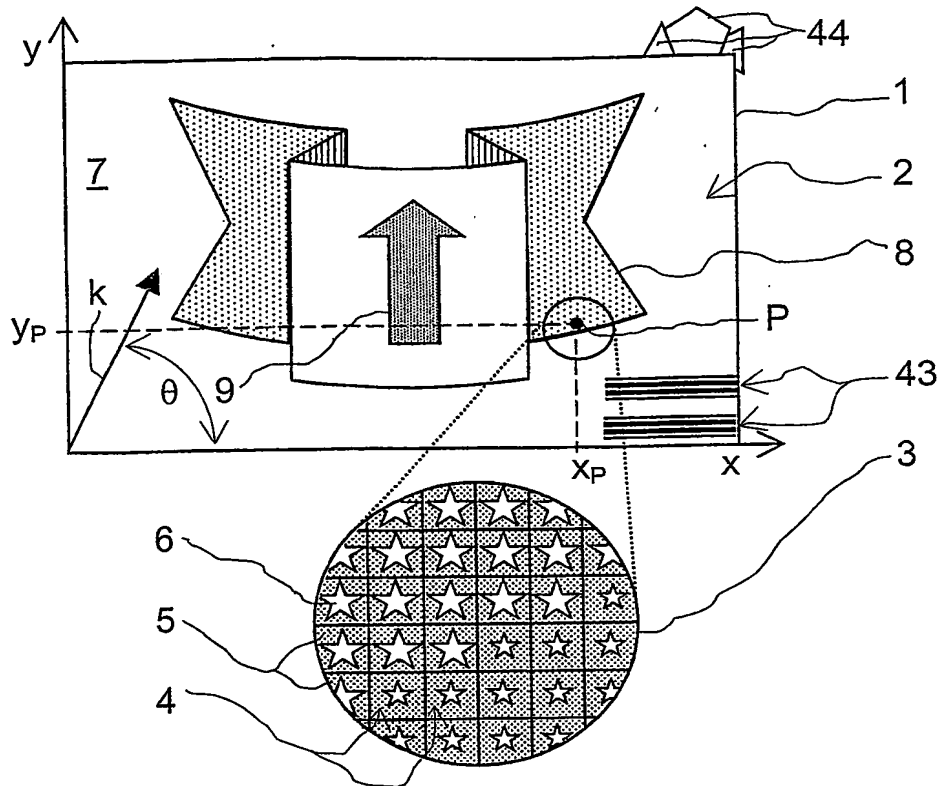


Fig. 2

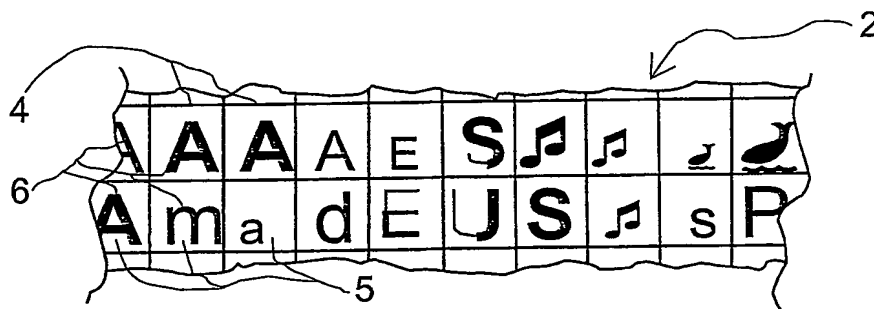


Fig. 3

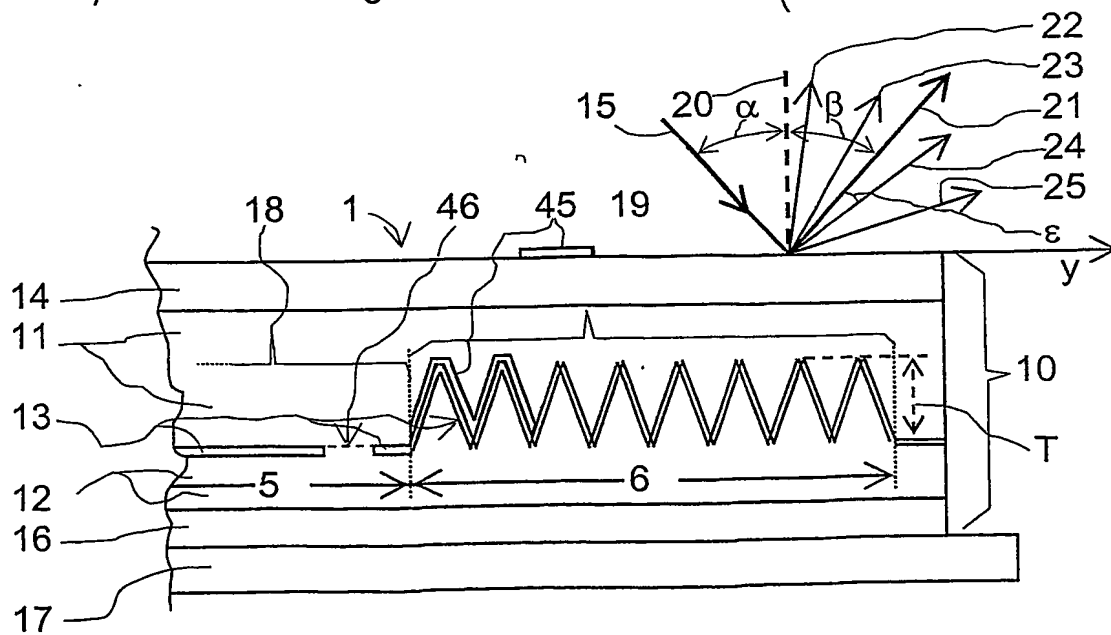


Fig. 4

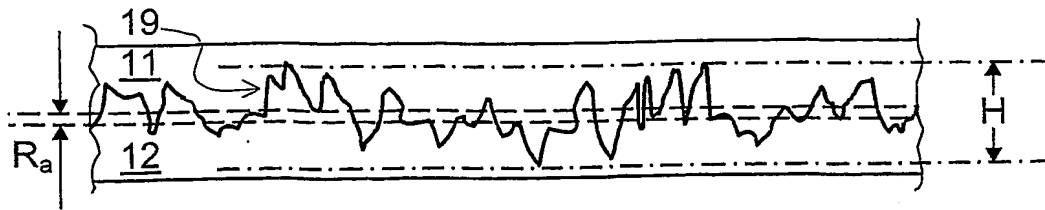


Fig. 5

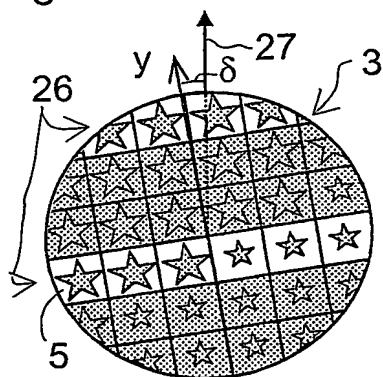


Fig. 6

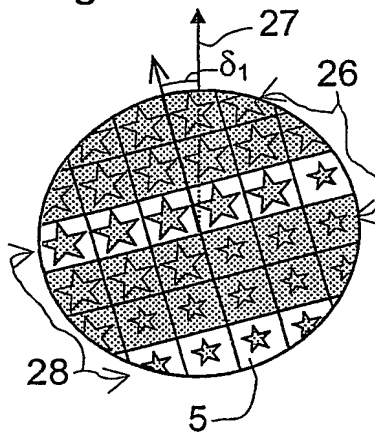


Fig. 7

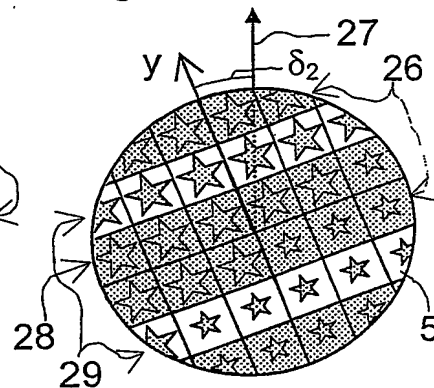


Fig. 8.

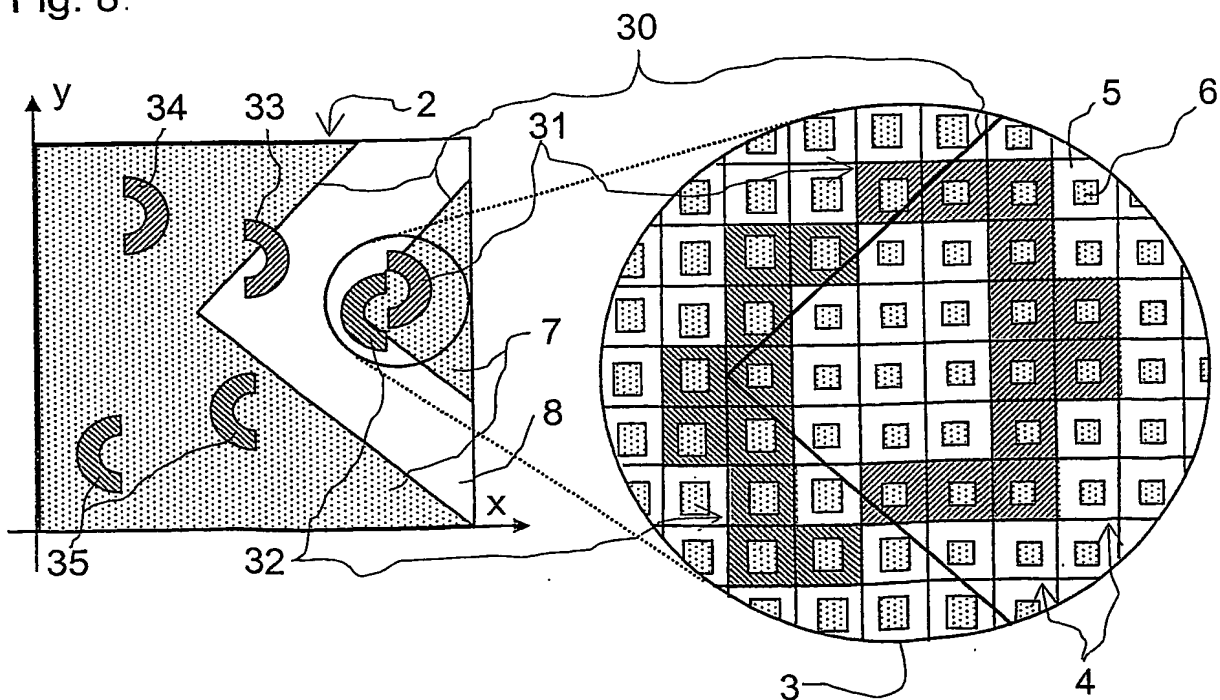


Fig. 9

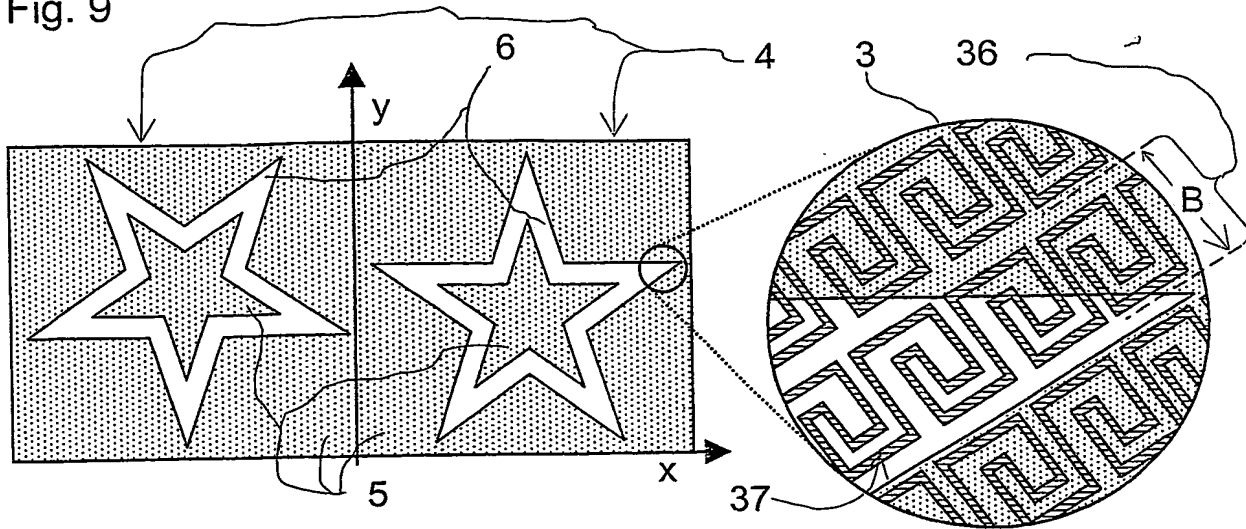
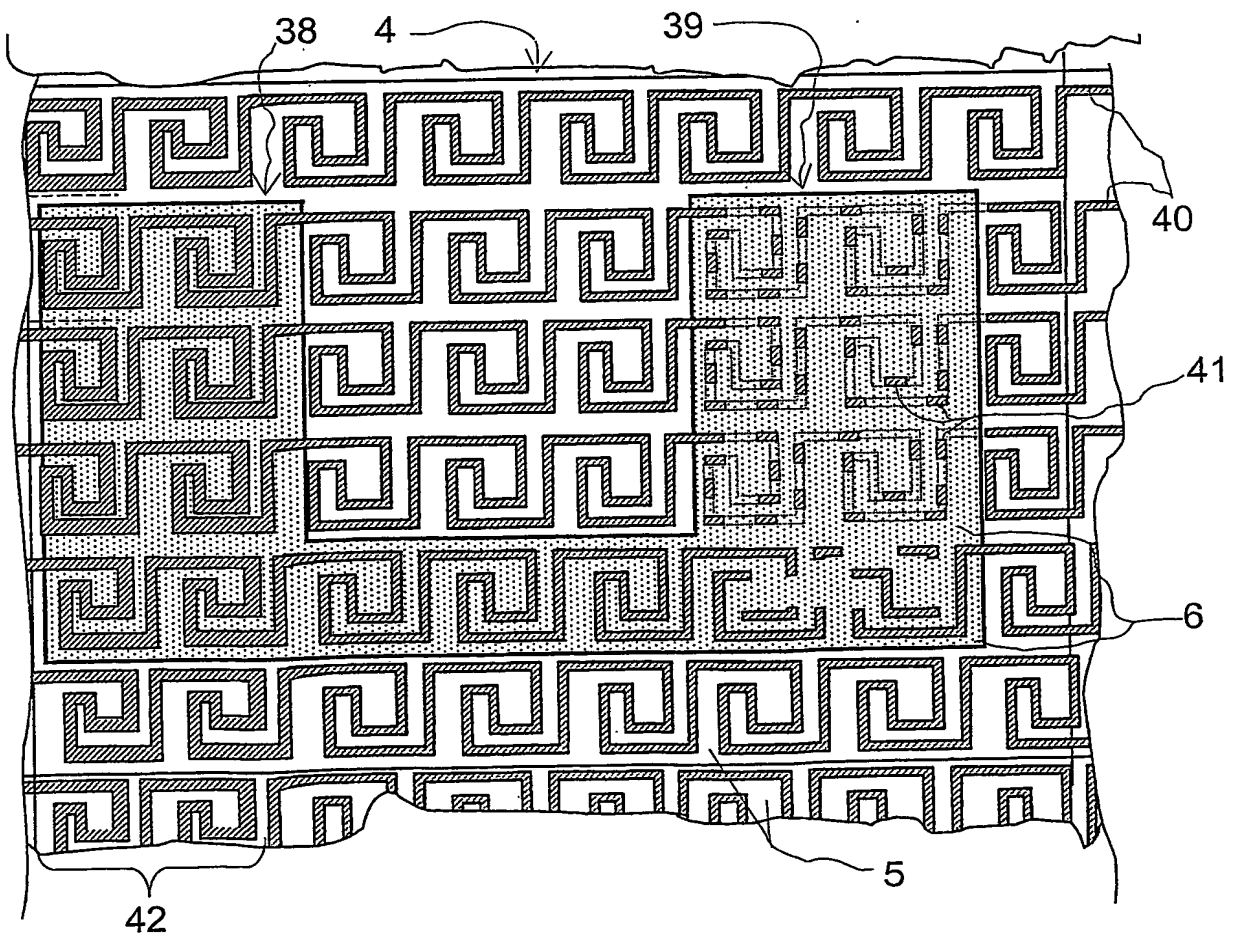


Fig. 10



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.